INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 412 II, d.d. 28 augustus 1967

Te verzenden aan H.I.D's
ir Wind
Directeur

ja nee
X

5/9-67

verzonden op
13/9-'67

Over de mogelijkheid van ontwatering van gediepploegde gronden in Veendam met grote slootafstanden

ir. G. P. Wind

dr. F.A.M. de Haan.

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 412, d.d. 28 augustus 1967

Over de mogelijkheid van ontwatering van gediepploegde gronden in Veendam met grote slootafstanden

ir G. P. Wind en dr ir F. A. M. de Haan

Inleiding

In de ruilverkaveling Veendam - Wildervank zijn de meeste wijken gedempt door diepploegen en afschuiven. Op de plaats van de zwetsloten liggen nu ontwateringssloten tot 1,00 m diep. Deze liggen op onderlinge afstanden van 160 tot 300 meter.

Deze ontwatering voldoet niet. Er is zeer ernstige wateroverlast geweest.

Geprobeerd is de berging in de grond te verhogen door woelen van de vast-gebulldozerde grond. Dit had, althans bij de slechtste ontwateringen geen effect; de losse grond zakte onder de natte omstandigheden spoedig weer in. Tevens werden enige drainageproeven aangelegd om de gewenste drainafstand te vinden. Deze gaven, blijkens een rapport van de CD Groningen, zeer grote intreeddrukhoogten te zien; welker oorzaak niet was te achterhalen. Gevreesd wordt daarom, dat drainage een uiterst riskante mogelijkheid tot verbetering van de moeilijkheden is.

De mogelijkheid meer sloten te graven wordt uit een oogpunt van landinrichting onaanvaardbaar geacht.

Deze nota handelt over de mogelijkheid een goede ontwatering te verkrijgen door middel van diepe slootwaterstanden zonder drainage. Daartoe wordt gebruik gemaakt van de grote waterberging die bij een diepe ontwateringsbasis ontstaat. Bij zeer grote berging kan de afvoer geringer zijn dan de 7 mm/dag uit het drainagecriterium. Bovendien geven de diepe slootwaterstanden een groot verschil in drukhoogte tussen sloot- en grondwater.

Therorie

Blijkens bijlage 1 neemt de regenintensiteit(i) sterk af bij toenemende periodelengte (p). Hiervoor geldt de volgende formule:

$$i = cp^m \qquad (1)$$

Daarin stelt C de maximaal te verwachten neerslag op één dag voor. De exponent m blijkt (bijlage 1 en 2) ongeveer $-\frac{1}{2}$ te zijn.

Voor het niet overschrijden van een bepaalde grondwaterstand moeten we eisen dat de neerslag minus de afvoer de berging niet overtreft.

De neerslag in een bepaalde periode is gelijk aan pi; de afvoer is in die periode pa, wanneer a de afvoerintensiteit is.

$$pi - pa \leqslant b \qquad (2)$$

In deze formule is b de berging. Alle factoren worden uitgedrukt in het dag-millimeterstelsel. Kombinatie van (1) en (2) geeft:

$$cp^{m+1} - pa \leqslant b \qquad (3)$$

En invoering van $m = -\frac{1}{2}$ geeft:

$$cp^{\frac{1}{2}} - pa \leqslant b \qquad (4)$$

Bij gegeven berging moet dus de afvoerintensiteit zo worden gekozen, dat:

$$a \geqslant cp^{-\frac{1}{2}} - bp^{-1} \qquad (5)$$

Men kan dus a zien als de benodigde afvoerintensiteit. Deze vergelijking (5) moet gelden voor elke periodelengte, doch er zijn ongetwijfeld gevaarlijke en minder gevaarlijke lengten. Vergelijking (5) is een tweedegraadskromme met een maximum.

Door differentiering is de kritieke periodelengte vast te stellen:

$$\frac{da}{dp} = -\frac{1}{2} cp^{-\frac{3}{2}} + bp^{-2} = 0 \qquad (6)$$

Daaruit volgt: $p = \left(\frac{2b}{c}\right)^2$ (7)

Door dit terug te voeren in (5) ontstaat:

$$a \geqslant \frac{c^2}{4b} \qquad (8)$$

Deze formule, exact afgeleid uit het verband $i = cp^m$, zegt dus dat de benodigde afvoer omgekeerd evenredig is met de grootte van de berging en evenredig is met het kwadraat van de te verwachten dagneerslag.

Voor een polder, waar in de grond en in waterlopen een regenhoeveelheid van 100 mm kan worden geborgen, zonder dat daardoor waterover-last optreedt en die ligt in een klimaat waar C maximaal 40 mm is, hoeft de bemalingscapaciteit de 4 mm/dag niet te overschrijden indien er geen kwel is. Zou de waterberging slechts de helft zijn, dan moet de bemalingscapaciteit 8 mm/dag worden.

Men kan de afvoer a uit formule (8) ook invoeren in de formule van Hooghoudt; dan is a = 1000 s omdat s de dimensie m/dag heeft en a mm/dag. Dan moet de waarde van a echter twee maal zo hoog worden aangenomen als in vergelijking (8) omdat tijdens het vullen van het bergingsreservoir de afvoer gemiddeld slechts de helft is van de maximale, die bij de hoogst toelaatbare grondwaterstand voorkomt.

Uitgegaan wordt van de aller eenvoudigste formule van Hooghoudt:

$$b^2 = \frac{8\ kdm_o}{s} \qquad (9)$$

Dat mag hier omdat d groot is t.o.v. m_o en de doorlatendheid in het vlak boven de slootwaterstand zeker niet hoger is dan daaronder.

In deze formule wordt gesubstitueerd:

$$s = 0{,}001a = \frac{0{,}001c^2}{2b}$$

zodat:

$$l^2 = \frac{8kdm_o \cdot 2b}{0{,}001c^2} = 16.000\ \frac{m_o}{c^2}\ kdb \qquad (10)$$

Men is gewend de berging uit te drukken als percentage van een volume-grond. Daartoe stellen wij:

$$b = 10\ rm_o \qquad (11)$$

Daarin is r de bergingscoëfficiënt in cm per meter.
Substitutie van (11) in (10) geeft:

$$l^2 = 160.000\ \frac{m_o^2}{c^2}\ kdr \qquad (12)$$

of

$$l = 400\ \frac{m_o}{c}\ \sqrt{kdr} \qquad (13)$$

Dit is dus een drainageformule, waarin rekening wordt gehouden met de berging. Hierin zijn:

- l de sloot- of drainafstand in m
- m_o het verschil tussen de hoogst toelaatbare grondwaterstand en de ontwateringsbasis in m
- c de maximaal te verwachten neerslag op 1 dag in mm/dag

k de doorlaatfactor in m/dag

d de dikte van de watervoerende laag in m

r de bergingscoefficient in cm/m

Bepaling van de factoren

1. Neerslagintensiteit (c)

De maximaal te verwachten neerslag op 1 dag is gevonden in het neerslagfrequentieboek.Groningen van het K.N.M.I. Daartoe zijn in bijlage 2 de neerslagintensiteiten uitgezet tegen de periodelengten 1, 2, 5, 10 en 15 dagen. Bij vereffening onder de aanname $m = -\frac{1}{2}$ in vergelijking (1) werden de volgende waarden voor c gevonden:

frequentie	c
eens per 50 jaar	44
" " 20 "	38
" " 10 "	34
" " 5 "	31
" " 2 "	28
" " 1 "	24
2 maal per jaar	21
5 maal per jaar	16

De lijnen voor één maal per 5, 10 en 20 jaar voldoen beter aan de voorwaarde $m = -\frac{1}{2}$ dan de andere. Dit zijn echter praktisch ook de belangrijkste. Voor andere frequenties dan de bovengenoemde is formule (13) dus minder betrouwbaar.

Vergelijking van bovenstaande waarden van c met de gemeten regenhoeveelheden te Veendam leert, dat in de jaren 1962, 1963 en 1964 geen periodes zijn voorgekomen met een c-waarde hoger dan 25 mm en dat slechts nog over een zeer korte periode (18 - 20 nov. 1963 : c = 25,1). De kritieke periodelengte bedraagt volgens vergelijking (7) ongeveer:

$$p = \left(\frac{150}{30}\right)^2 = 25 \text{ dagen.}$$

Dit geldt voor een berging van 75 mm en een c-waarde van 30 mm. Over perioden van deze lengte, dus ongeveer een maand, zijn de grooste voorgekomen c - waarden:

1 - 30 dec. 1962	c = 13,4	
1 - 30 nov. 1963	c = 17,4	
8 - 31 okt. 1964	c = 18,1	
3 - 31 dec. 1964	c = 14,9	
1 - 25 jan. 1965	c = 16,4	
15 mrt. - 20 april 1965	c = 19,2	×
11 april - 10 mei 1965	c = 25,6	×
25 mei - 20 juni 1965	c = 28,6	×
26 nov. 65 - 3 jan. 1966	c = 33,6	×
1 - 30 dec. 1966	c = 27,3	×

Slechts in de laatste (aangekruiste) perioden kwam wateroverlast in de ruilverkaveling voor. Regenintensiteiten overeenkomende met ongeveer c = 19 en hoger zijn dus reeds kritiek. Deze mogen worden verwacht met een frequentie van 3x per jaar. Zeer grote wateroverlast, zoals is voorgekomen in december 1965 mag met een c-waarde van 33,6 eens per 10 jaar worden verwacht. Maar toen is de hoogst toelaatbare grondwaterstand dan ook wel zeer ver overschreden.

Het waterbergend vermogen

De invloed van verdichting op het waterbergend vermogen werd als volgt in 't laboratorium bepaald. Kolommen van 1 meter lengte werden gemaakt door 20 Kopecky-monsteringen boven elkaar te plaatsen, waarna deze d.m.v. stevige elastiek aan elkaar werden bevestigd. De kolommen werden gevuld met bruin zand, afkomstig uit de ruilverkaveling Veendam-Wildervank, van de volgende Korrelgrootte-verdeling:

Tabel 1

% org.stof	gewichts %						
	<50μ	50-75	75-105	105-150	150-210	210-300	> 300μ
1,6	3,8	4,6	16,8	32,0	25,8	9,9	6,8

Verschillende verdichtingsgraden werden bereikt door de kolommen gedurende verschillende tijden op een triltafel te plaatsen. In een voorafgaande proef werd vastgesteld dat op deze wijze een homogene verdichting over de gehele kolom werd verkregen. Vervolgens werden de kolommen, welke aan de onderkant waren afgedekt door een gaasje met metalen klem-

ming, in een plastic buis geplaatst; deze buis was aan de onderkant voorzien van een kraan. Boven aan de buis, tussen buiswand en kolom, werd druppelsgewijze water toegelaten; hierdoor werd bereikt dat de grondkolom van onder af zeer geleidelijk werd verzadigd, zodat geen luchtinsluitingen optraden. Na volledige verzadiging werd door de kraan water afgelaten, totdat het waterniveau tot 1 cm boven de onderkant van de kolom was gedaald. Op deze wijze werd dus de toestand van een kolomgrond, welke volledig verzadigd is geweest en daarna in evenwicht gekomen met een grondwaterspiegel op 1 m-mv, nagebootst. Na evenwichtsinstelling werden de kolommen geslacht en per laag van 5 cm het vochtgehalte en poriënvolume bepaald. Op deze wijze is dus een desorptie-pF-curve tot aan pF2 verkregen.
De 4 verschillende verdichtingsgraden bedroegen resp.: por.vol. van 49,0 %; 44,6 %; 40,7 % en 35,0 %.
De resultaten van de meting van het vochtverloop als functie van de hoogte boven de grondwaterspiegel zijn weergegeven in bijlage 3.
Aangezien het hier een vrijwel zuivere zandgrond betreft wordt de totale vochtpotentiaal gevormd door de hydrostatische potentiaal en de zwaartekrachtspotentiaal. Dit betekent dat de formule voor capilaire stijghoogte kan worden toegepast voor een berekening van de verdeling van het totaal poriënvolume over poriën van verschillende grootte-klassen. De resultaten van een dergelijke berekening zijn weergegeven in tabel 2:

Tabel 2: Bruin zand Veendam-Wildervank; verdeling van het poriënvolume over 3 poriëngrootte-klassen bij 4 verdichtingsgraden.

Totaal por. vol. %	por.vol.(%) ingenomen door poriën met equivalent diameter van			procentuele verdeling van het totaal por.vol. over poriën met equivalent diameter van		
	< 30 µ	30-60 µ	> 60 µ	>30 µ	30-60µ	> 60µ
49,0	8,4	17,8	22,8	17,1	36,3	46,5
44,6	9,8	21,0	13,8	22,0	47,1	30,9
40,7	11,2	27,4	2,1	27,5	67,3	5,2
35,0	13,0	21,2	0,8	37,1	60,6	2,3

Hieruit zien we, hetgeen overigens ook al direct uit de curven van Bijl. 3 valt af te lezen, dat door de verdichting het aantal grote poriën aanzienlijk is afgenomen, terwijl het aantal kleine poriën sterk stijgt. (Men kan zich gemakkelijk voorstellen dat vooral een trillingsbeweging, waardoor de afzonderlijke bodemdeeltjes de kans krijgen om hun meest gunstige ligging te vinden, zeer efficiënt werkt voor het verkrijgen van een dergelijke verschuiving in de poriën grootte-verdeling).

Onder het waterverbergend vermogen verstaan we de hoeveelheid neerslag die benodigd is om een stijging van de grondwaterspiegel te krijgen vanaf de ontwateringsbasis. tot aan de als kritiek beschouwde hoogste grondwaterstand. Deze bergingscapaciteit en zijn afhankelijkheid van de verdichtingsgraad kan nu als volgt uit de curves van bijlage 3 worden berekend:

Stel een uitgangssituatie waarbij de grondwaterspiegel ligt op 195 cm-mv en de verdichtingsgraad van de bovenste meter van het grondpakket overeenkomt met de poriënvolumina van resp. 49,0 %; 44,6 %; 40,7 % en 35,0 %. Het is redelijk om te veronderstellen dat beneden 1 m-mv de sterkste verdichtingsgraad voorkomt (dwz. per vol. van 35,0 %), onafhankelijk van de situatie in de bovengrond. Uit curve 4 van bijlage 3 kan nu per laag van 10 cm de hoeveelheid water in mm worden berekend, welke in evenwichtstoestand aanwezig is. Deze is dus tot aan 1 m-mv gelijk voor de verschillende verdichtingsgraden. De hoeveelheid water aanwezig in de laag van 0 - 1 m-mv wordt gevonden door extrapolatie van de verschillende curves uit bijlage 3. Sommatie levert dan de totale hoeveelheid water welke in de onderscheiden gevallen boven de grondwaterspiegel aanwezig is; voor de uitgangssituatie zijn deze waarden uiteraard gelijk aan de hoeveelheden water welke aanwezig zijn in het gehele grondpakket tot 2 m-mv.

Vervolgens wordt verondersteld dat de grondwaterspiegel is gestegen van 195 cm-mv tot aan 155 cm-mv. Beneden 155 cm-mv is de grond dan verzadigd, d.w.z. bevat 35 mm per laag van 10 cm. In het traject 155cm-mv tot 100 cm-mv heerst de toestand als aangegeven in curve 4 van bijlage 3 over het traject 0 - 55 cm-mv; in het traject 100 cm-mv tot 55 cm-mv de situatie als aangegeven in de verschillende curves van bijlage 3 over het traject 55 - 100 cm. De hoeveelheid water boven 55 cm-mv wordt wederom gevonden door extrapolatie. Uit de gevonden bedragen kan worden vastgesteld welke hoeveelheid water aanwezig is boven de nieuwe grondwaterspiegel van 155 cm-mv en de totale hoeveelheid water in het grondpakket van 2 meter.

Soortgelijke berekeningen werden uitgevoerd voor grondwaterdiepten van resp. 125, 95, 65 en 25 cm-mv. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Hoeveelheid vocht in mm bij verschillende grondwaterstanden en por.volumina van 49,0 %; 44,6 %; 40,7 % en 35,0 % (1, 2, 3 en 4 resp.).

gr. w. stand	195				155				125				95				65				25			
cm-mv	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
in laag 200-100 cm-mv	287	287	287	287	348	348	348	348	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
in laag 100-0 cm-mv	84	96	112	130	97	113	133	157	176	191	211	221	297	295	300	287	413	393	378	341	489	445	406	350
boven gr.water-s el	371	383	399	417	305	321	341	365	281	296	316	326	297	295	300	287	266	259	256	236	146	133	122	105
in grondpakket van 2 m-mv	371	383	399	417	445	461	481	505	526	541	561	571	647	645	650	637	763	743	728	691	839	795	756	700

De onderste rij getallen van tabel 3 geeft dus voor de onderscheiden gevallen de hoeveelheid water weer welke in evenwichtstoestand bij verschillende grondwaterstanden aanwezig is in het gehele pakket van 2 m. Uit de verschillen volgt dus de hoeveelheid neerslag welke vereist is om een stijging te verkrijgen van de grondwaterspiegel van 195 cm-mv tot aan resp. 155, 125, 95, 65 en 25 cm-mv, onder aanname dat de nieuwe evenwichtstoestand zich instelt zonder dat tussentijdse afvoer plaats vindt. Deze waarden zijn weergegeven in bijlage 4. Bij nauwkeurige beschouwing blijkt dus (aan het ondereinde van de curves) dat de berging van de meest dichte grond aanvankelijk iets groter is dan van de lossere. Alhoewel dit mogelijk op het eerste gezicht wat onlogisch aandoet is het toch juist, aangezien immers in het droge traject de vaste grond bij eenzelfde pF waarde meer water bevat dan de losse(vergelijk curves in bijlage 3).

Uit bijlage 4 kunnen nu als volgt waarden voor de bergingscoëfficiënt worden berekend. Hierbij is geval 1 (49 % poriën) niet van practisch belang en daarom buiten beschouwing gelaten. Stel een maximaal toelaatbare opbolling van de grondwaterspiegel tot aan 45 cm-mv. Bij een ontwateringsbasis van 195 cm-mv kan dan dus bij verdichtingsgraad 2 geborgen worden: 392 mm; dwz.: $r_2 = \frac{392}{1950-450} = 0{,}26$.

Is de ontwateringsbasis echter 75 cm-mv dan bedraagt de berging voor geval 2: 392 - 330 = 62 mm; r_2 is dan: $\frac{62}{750-450} = 0,21$.

Tabel 4 geeft de op deze wijze verkregen waarden voor de beginscoëfficiënt voor verschillende ontwateringsdiepten:

Tabel 4

ontwateringsbasis (cm-mv)	m_o (cm)	r_2	r^r_3	r_4
195	150	0,26	0,23	0,19
145	100	0,28	0,24	0,17
115	70	0,29	0,22	0,15
95	50	0,26	0,19	0,12
75	30	0,21	0,13	0,08
65	20	0,16	0,085	0,04

Uit tabel 4 komt dus heel duidelijk naar voren dat de bergingscoëfficiënt niet alleen afhankelijk is van de verdichtingsgraad doch ook van de diepte van de ontwateringsbasis.

De kd-waarde en de bergingscoëfficient

Hooghoudt noemt waarden van k = 2,9 en d = 15 à 20 voor het gebied C2 waarin het object Munneke ligt. De kd-waarde zou daar dus 43 à 58 zijn. Bij de objecten Panman en Goeman zou k = 3,4 en d meer dan 20 m zijn. Hier zou de kd-waarde dus 68 of meer bedragen.

In de drie genoemde objecten zijn grondwaterstanden gemeten. Blijkens bijlage zijn deze op 29 nov. 1966 en 27 jan. 1967 nagenoeg aan elkaar gelijk voor het object Munneke. In die tijd viel 207,3 mm neerslag, terwijl de gemiddelde hoogte van het grondwater boven de slootwaterstand 0,82 m was bij de 290 m lange raai, en 0,60 m in de raai van 250 m. Uit de formule van Hooghoudt berekent men met deze gegevens:

kd = 44,8 resp. 45,6 (Munneke)

Met iets andere data kon verder worden berekend:

kd = 19,4 (Goeman)

kd = 25,1 (Panman)

Terwijl de berekeningen voor Munneke goed overeenstemmen met Hooghoudt's opgave, vallen die van Panman en Goeman veel lager uit. Beide laatste berekeningen zijn weliswaar minder nauwkeurig, omdat de sloten ter weerszijden niet gelijk waren; desalniettemin lijkt het gewettigd in dit zuidelijke gebied toch niet op een kd-waarde van 60 te rekenen. Beter ware 20 à 30.

De waterstandsgegevens bieden een kleine mogelijkheid voor contrôle van de Haan's laboratorium waarnemingen. Zo steeg het grondwater bij Munneke tussen 17 nov. en 12 dec. van 41 cm-mv tot 11 cm-mv. In die tijd viel 106 mm neerslag. Met kd = 45 is te berekenen dat de afvoer 81 mm heeft bedragen in die tijd. In 30 cm stijging werd dus 25 mm water gehorgen, wat een bergingscoëfficiënt geeft van 0,083. In dat zelfde traject geeft de Haan geen gegevens, hij noemt 0,085 bij 60 cm-mv terwijl hier ongeveer dezelfde waarde wordt gevonden voor 25 cm-mv. De Haan zit met zijn r_3 dus zeker niet te hoog.

Bij de grondwaterdaling in januari kon een r = 0,07 worden berekend op gemiddeld 30 cm-mv.

Er zijn te weinig gegevens om bij diepere waterstanden de bergingscoëfficiënt te bepalen, doch het is logisch te veronderstellen dat deze bij zeer diepe waterstanden stijgen tot het verschil in vocht tussen pF 2,0 en 0,0, dat wil zeggen tot 0,20 voor dichte en 0,30 voor losse pakkingen.

Berekening van de benodigde slootdiepte

In het voorgaande is gevonden dat de kd-waarden uiteenlopen tussen 20 en 50. De bergingscoëfficiënt is sterk afhankelijk van de diepte van de ontwateringsbasis. Gebruikt worden de waarden van r_3. De neerslagintensiteit C zal tussen 31 en 38 moeten liggen voor een overschrijding tussen 1x per 5 en 1x per 20 jaar. Met formule (13) is het nu mogelijk de vereiste m_o te berekenen. De resultaten vindt men in onderstaande tabel. Hierin zijn de gevonden waarden vermeerderd met 0,45 m, zijnde dit de hoogst toelaatbaar geachte grondwaterstand.

Tabel 5. Benodigde diepte van de ontwateringsbasis (= slootwaterstand) in m onder maaiveld voor 3 kd waarden, 5 slootafstanden en 3 overschrijdingskansen.

	Overschrijding 1x per 5 jaar			Overschrijding 1x per 10 jaar			Overschrijding 1x per 20 jaar		
Slootafstand m	kd 20	30	40	20	30	40	20	30	40
100	0,87	0,81	0,78	0,90	0,84	0,80	0,94	0,87	0,83
150	1,03	0,94	0,89	1,07	0,97	0,91	1,14	1,03	0,94
200	1,19	1,07	1,00	1,25	1,12	1,04	1,34	1,19	1,10
50	1,35	1,20	1,11	1,42	1,26	1,17	1,55	1,35	1,24
300	1,51	1,33	1,22	1,63	1,40	1,29	1,77	1,52	1,38

De slootbodem zal nog enige decimeters dieper moeten liggen, dan de ontwateringsbasis. Men bedenke, dat de getallen in tabel 5 uiterst scherp gecalculeerd zijn. Daarin is geen enkele veiligheidsmarge verwerkt. Een afwijking in het slootpeil van een enkele decimeter kan de kans op wateroverlast doen toenemen van eens per 20 jaar naar eens per 5 jaar.

Tabel 6 laat zien wat de gevolgen zijn van een onvoldoende ontwateringsdiepte, terwijl daarin ook de invloed van een dichtere pakking van de bovengrond zit verwerkt.

Tabel 6. Diepten van de ontwateringsbasis onder maaiveld bij verschillende overschrijdingsfrequenties en twee bergingscoëfficiënten voor een grond met l = 200 en kd = 20.

C	Overschrijding	bij bergingscoëfficiënt r_3	r_4
44	1x per 50 jaar	140	161
38	1 " 20 "	133	147
34	1 " 10 "	124	138
31	1 " 5 "	118	131
28	1 " 2 "	112	124
24	1 " 1 "	105	115
21	2 " 1 "	98	108
16	5 " 1 "	88	97

Hierin ziet men dat een diepte van de ontwateringsbasis op 124 cm-mv voor dit geval voldoende is om slechts één maal per 10 jaar overschrijding van de grondwaterstand 45 cm-mv te krijgen. Ligt de ontwateringsbasis 20 cm hoger, dan komt dit reeds ieder jaar voor. De slootdiepte is dus wel uiterst belangrijk ! Bij een verdichte grond (r_4) is de benodigde slootdiepte 10 à 15 cm groter. Een slootdiepte die voor de normale grond (r_3) slechts éénns per 10 jaar moeilijkheden geeft, doet dit bij de verdichte grond iedere 2 jaar (124 cm-mv).

Emsland

De ontwatering van de gediepploegde veengebieden in het Emsland geschiedt ongeveer op dezelfde manier als hier is voorgesteld. De sloten zijn 1,5 tot 2 meter diep en liggen op 200 à 300 m onderlinge afstand. Er komt betrekkelijk weinig wateroverlast voor.

Samenvatting

Bij een diepe ontwateringsbasis beschikt men over een grote bergingscapaciteit in de grond. De afvoercapaciteit kan dan gering zijn, daardoor kan met weinig sloten worden volstaan. De benodigde diepte van deze sloten is dan natuurlijk vrij groot.(tabel 5)

Ter hoogte van de boerderij 'Munneke' bleek de kd-waarde ongeveer 40 m^2/dag te zijn. Waar de sloten daar op 300 m onderlinge afstand liggen moet de slootwaterstand in de winter tenminste 1,29 m onder maaiveld liggen. De slootdiepte zal dus zeker 1,5 m moeten bedragen. Dit geldt voor een overschrijdingskans van eens per 10 jaar. De hoogst toelaatbare grondwaterstand is aangenomen op 45 cm-mv. De ervaring met deze gronden is, dat ze dan dras beginnen te worden. Men bedenke, dat met het gevolgde systeem (grote berging, kleine afvoer) een eventuele overschrijding langduriger is dan met het oude(kleine berging,grote afvoer). Het slootonderhoud zal dan ook zeer goed moeten zijn. Talud in zakkingen dienen snel te worden opgeruimd.

Waar de slootafstand bij 'Munneke' slechts 200 m is, kan met 20 cm minder diepe sloten worden volstaan.
Bij de andere proefvelden bleek de kd-waarde ongeveer 20 m^2/dag te zijn. Daar zouden de sloten bij 200 m afstand 1,5 m diep moeten zijn.